Ⅱ.5 台灣杉種子長期儲藏試驗

胡大維　　鍾永立

台灣林業試驗所育林系

一、前言

臺灣杉（*Taiwania cryptomerioides Hay.*）是本省固有針葉樹種，天然分佈於中央山脈東西兩側之海拔 800 公尺至 2,200 公尺之間。早年人工造林面積有限，僅在海拔 200 公尺至 1,300 公尺之林地中有少量零星種植。至民國 55 年以後，始因其生長迅速，適應力強及病蟲害少等優良特性，而逐漸爲林業界所重視（洪良斌 1974 ）。但由於下列兩項主要原因，種子生產供應極不穩定，故林務局無法依照預定計劃，擴大造林面積：

1. 台灣杉種子生產，有天然的週期性，即間隔相當年數，始能有一次豐收。並且在豐收年度生產的種子也有較高的發芽率，而歉年或常年所生產的種子發芽率則較低。下表所列，係自民國 60 年以來，各年臺灣杉種子生產數量，及其平均發芽率：

2. 臺灣杉種子發芽力保存期極短，依過去發芽資料，在室溫情況下，其發芽力僅能保存 3 個月，如在 5°C的低溫下儲藏，亦僅能保存到 1 年左右。

如果造林面積，每年以 2,000 公頃計，則所需種子數量約 500 至 1,000公升，所以如果沒有充分的種子生產供應，則臺灣杉的造林就沒有辦法擴大實施。

本所爲求突破此「瓶頸」的限制，在民國 60 年設定臺灣杉種子長期儲藏試驗，希望在零下之低溫中，能對其發芽力作有效的保存，而可以在豐年時大量採收種子，在歉年及常年時，調節育苗造林用種子的供需，以達擴大造林，增加木材生產

年度	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
種子生產量（公升）(1)	1,500	—	0	1,081	—	250	15	10	10,000	40	0
平均發芽率（%）(2)	31.17	13.83	—	25.5	7	22	12	6	37	11	—
結實年度	豐	歉	凶	常	歉	常	凶	凶	豐	歉	凶

註：(1)表列生產量係根據林務局當年寄存本所冷藏數量爲準。
(2)係本所購入商品各種源種子發芽率之平均數。

之目的（胡大維1975）。

在國外尤其溫帶地區有關種子長期儲藏問題的研究頗多。1974年B.S.P. Wang曾回顧評論收集1940年以來有關林木種子儲藏之研究報告，共有144篇，頗爲詳盡地討論了種子長期儲藏的問題。在諸因子中以種子含水率、儲藏溫度與儲藏方法等三項爲最重要。在低含水率（低於8％），密封容器內，低溫狀態（3°至－18°C），則大部份之針葉樹種子及濶葉樹之小粒種子可以有效地儲存3～30年，該文中特別提及許多樹種種子之長期儲藏，零下低溫（低至－20°C）優於0°C或零上溫度。最近有Muller（1980）研究三種 *Abies* 種子之長期儲存，發現4°，－5°與－15°C中以－15°C具有最佳保存效果，並研究這些種子在苗圃播種後仍可得到活力旺盛的苗木。Barton於1954年曾利用三種零下溫度來試驗針葉樹種子長期儲存的問題，其結果發現在五年之後，在－18°C者最能保存種子之活力，在這試驗中所試驗之針葉樹種子有：花旗松（*Pseudotsuga menziesii*），雲杉（*Picea sitchensis*），大側柏（*Thuja plicata*）和鐵杉（*Tsuga heterophylla*），此後Allen（1957），及Barton（1961）等都提及或證實零下溫度有長期保存種子活力的優點。Preest（1979）用貝殼杉（*Agathis austrails*）作冷藏試驗也認爲在零下低溫，可以有效保存其種子活力至12年以上。

二、材料與方法

本試驗分兩階段進行，第一階段自民國60年起實施，以試驗在－20°C低溫下儲藏對臺灣杉種子發芽力長期保存的效果。第二階段自民國65年起實施，以其他不同溫度處理，配合－20°C低溫，以重複檢查第一階段之試驗結果，玆分別敍述如下：

㈠民國60年冬以達見、大雪山及臺東等三種源臺灣杉商品種子各0.5公升，於冷藏試驗前分別檢定其發芽率及含水量，然後以塑膠袋密封包裝置入－20°C冷凍櫃儲藏，其後10年中連續作不定期取樣進行發芽檢驗，每次每種源取樣400粒種子，分四重複依逢機區集方式實施之。

㈡由於第一階段進行至第5年時，證明－20°C低溫對臺灣杉種子發芽力，確有長期保存之效果，爲了重複檢查，也爲了明瞭比較其他溫度儲藏的效果，在65年起，以自大溪事業區67到69林班，海拔1,800～2,200公尺處所採集之商品臺灣杉種子，用室溫、5°C、－10°C及－20°C等四種溫度處理，實施複檢試驗，因商品種子原有之發芽率僅爲12％，先以精選方法提高其發芽率及純度，然後在

35 °C溫度下，加以烘乾，使其種子含水量降低至7～9％之間，全部種子一次取樣，每200粒分裝於密封之小型塑膠袋中，於冷藏前進行其發芽檢定，作爲基本發芽率。然後將小塑膠袋種子另以厚0.1mm之大塑膠袋密封包裝，分別在室溫、5°C、－10°C、及－20°C 中儲藏，種子數量，足敷15 年長期檢驗之用。第一年每三個月檢定發芽率一次，第2至第4年爲6個月一次，第5年以後，每年一次，每次發芽檢驗每處理4小包，共800粒作四重複。依逢機區集設計實施發芽。發芽試驗全部在恒溫23°C之發芽室中進行。

三、結果與討論

㈠ 60 年起實施之第一階段試驗，自大雪山、達見及臺東三地區採集之臺灣杉種子，其含水量爲10 ％。其基本種子發芽率，大雪山種源爲37 ％，達見種源爲38 ％及臺東種源爲32％，在－20°C 情況下儲藏10年（自61年初至70年底）期間，其發芽率之檢定結果如圖一所示。

1. 三種源種子發芽率有不同程度之變化，其中採自大雪山者，在儲存3年半後，其發芽率才漸低於基本發芽率。到第4年時，自37 ％降至30 ％而到第 10年時，仍保持爲29 ％。達見種源種子，在不到2年時，即降至基本發芽率以下，到第4年時自原來之發芽率 38 ％降至27 ％，而到第10年時仍保持 24 ％。臺東種源種子約在第2年即漸低於基本發芽率，此後逐漸下降，第4年則自 32 ％降至 24 ％，到第 10年時仍保持 18 ％，是爲三種源中種子發芽率下降最劇者。三種源種子儲藏10 年，其發芽率平均由 35.7 ％下降至23.6％。一般常年及歉年所採集之種子發芽率在6％至22％之間。且林務局採購臺灣杉種子，規定發芽率標準，視年度而異，通常也訂在12％到20％之間，故台灣杉種子於長期儲藏10年後，其發芽率保存情況，仍屬優良。

2. 由圖一顯示臺灣杉各種源種子於冷藏3至6個月間，發芽率皆有顯著上升，而自第5年以後，下降率普遍趨於平穩，前5年間則變化甚大。在此10年儲存過程中，其大致之發芽曲線並非平緩之下降，而是形成了至少3個明顯的峯谷。通常植物體其本身具有自行調節生長與發育過程之能力，此即爲內在韻律（Circadian 或endogenous rhythms）不獨在臺灣杉種子，在其他植物種子，亦有此一現象存在，Kummerow [8]在研究種子發芽之內在韻律時將此韻律歸爲2類，一是每年一次循環週期者與每年有多次週期者。Bunning [6] 則曾報導有數百種植物種子顯示每年有一次循環週期。例如用豬草（*Amaranthus retroflexus*）種子在20°C的情況下保存78個月，在這期間其種

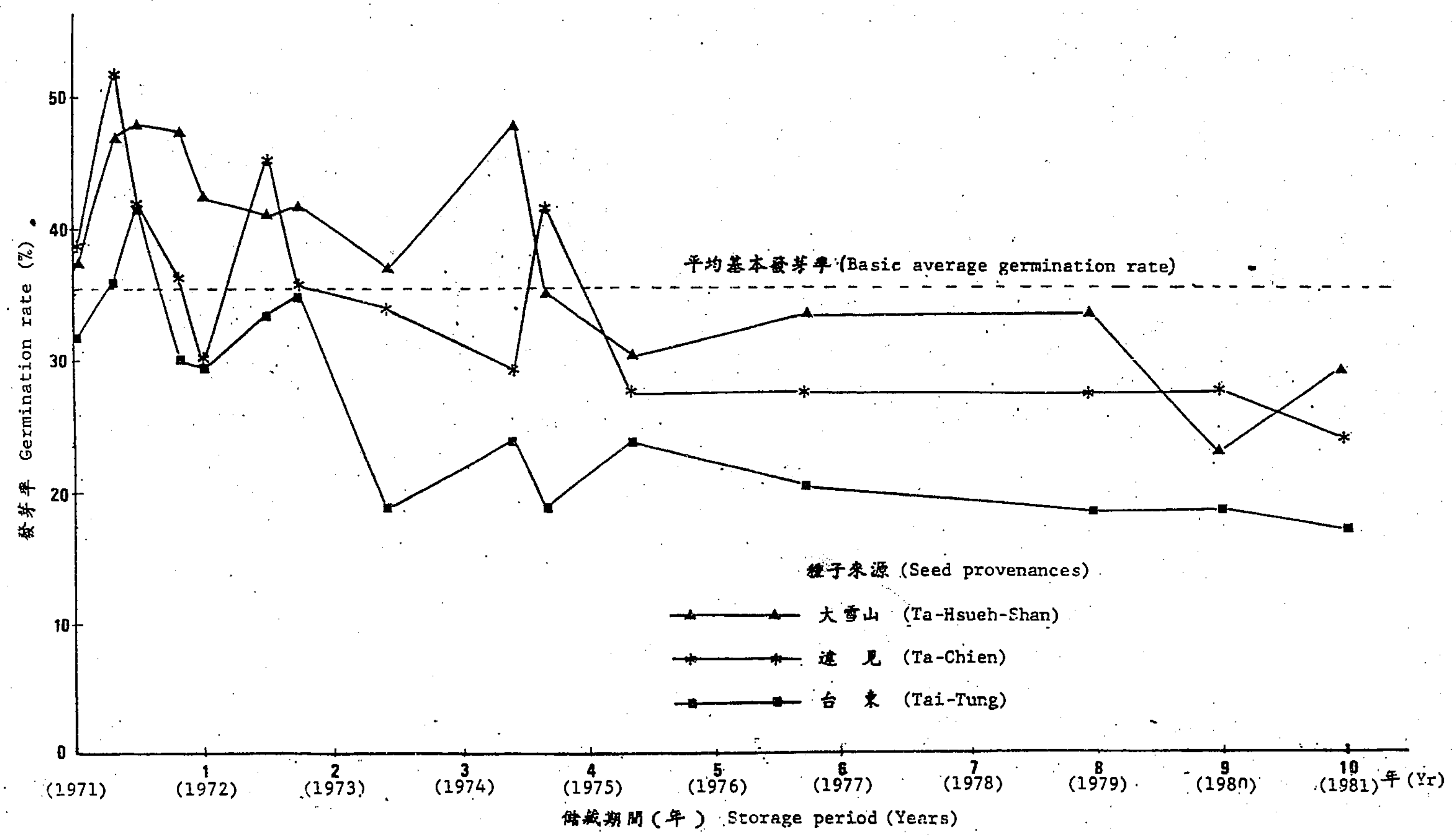

圖1　三不同種源台灣杉種子在−20°C儲藏10年期間的發芽率

Figure 1. Germination rate of Taiwania cryptomerioides seeds from three provenances during the storage period of 10 years at subfreezing temperature of −20°C

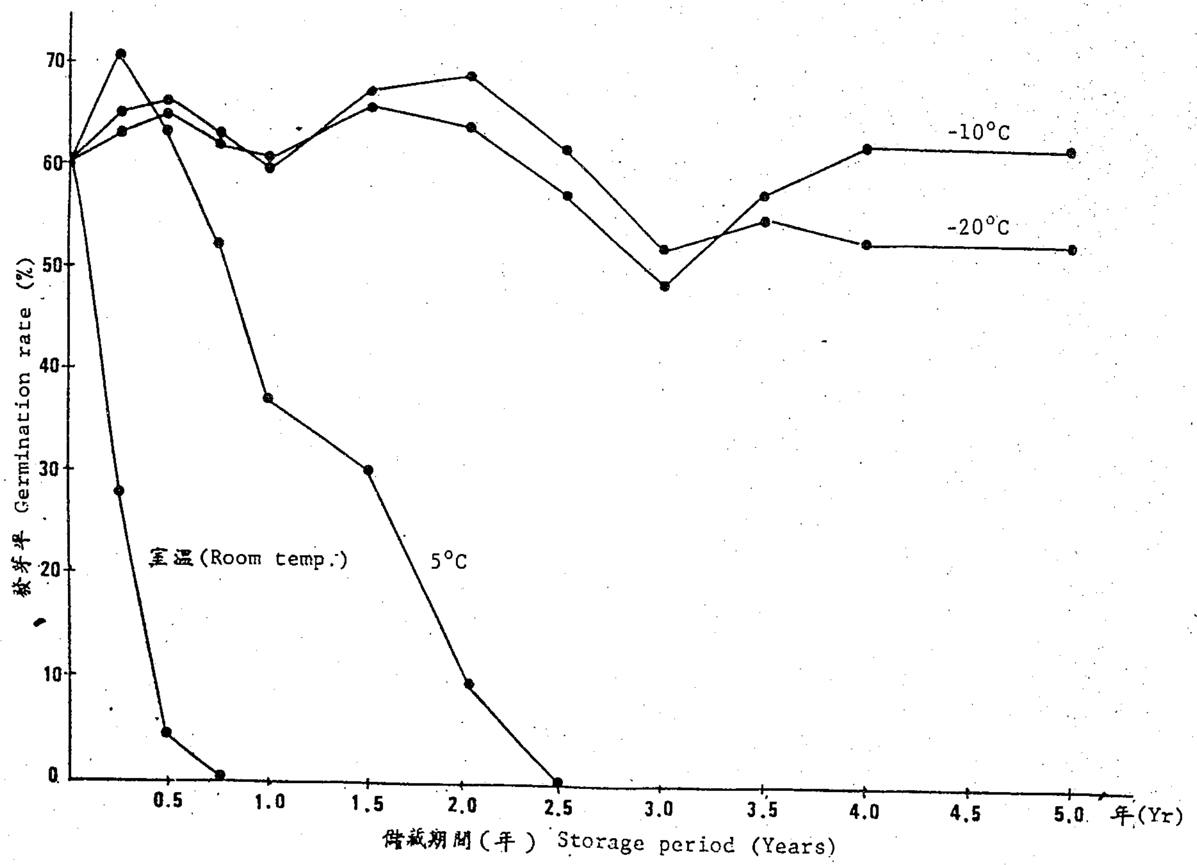

圖2　台灣杉種子在不同溫度下儲藏5年期間的發芽率

Figure 2. Germination of Taiwania cryptomerioides seeds during the storage period of 5 years at different temperature regime.

子發芽率曾出現二次高峯，一在第 8～10 個月，一在 20 ～ 22 個月 [5,7] 。而臺灣杉種子之發芽曲線，最初是隔年一個峯谷，後來一次週期之時間不斷延長，以致於儲存後期顯現發芽率之平穩現象。

(二) 65 年開始實施之第二階段之複檢試驗，種子含水量在 7 % 到 9 % 之間，其基本發芽率爲因經過精選而提高爲 60 %，經過 5 年之發芽檢驗，其結果如圖二所示：

1. 由圖 1 顯示，在室溫情況下，儲藏 6 個月後，其發芽率即由基本發芽率 60 % 下降至 5 % 以下，9 個月時即全部喪失發芽率。在 5°C 儲藏者，至 2 年時已降至 10 %，而至 2.5 年時，全部喪失發芽力，這結果，雖然較過去一般在 5°C 下儲藏時之發芽力僅能保存一年的結果稍優，但仍無實用價值。而儲於零下之低溫者顯示其發芽率自試驗開始之 60 %，至 5 年後仍保持 62 % (− 10°C) 及 53 % (− 20°C) 之間。

2. 除室溫外，在其他溫度下儲存 3 個月後之發芽率均有提高，尤其 − 10°C 與 − 20°C 在 2 年半之後其發芽率才逐漸低於基本發芽率。此情形與上述第一階段實施之三種源種子在 − 20°C 之儲藏試驗呈同一趨勢。

綜合本試驗第一階段 10 年的長期儲藏結果及第二階段複檢試驗 5 年的儲藏結果，確實證明以零下低溫 (Subfreezing temperature) 在適當的種子含水量情況下對儲藏的臺灣杉種子，有長期保存其發芽力的功效。如果在豐年時將大量採集的過剩種子，儲藏在 − 20°C 的低溫中，不僅很安全的保存了高價值的種子，並且在最少 10 年期間內，可以充份穩定的供應育苗造林的需要，而不致因歉年或凶年的種子生產不足而限制了臺灣杉造林的擴大實施。

摘　　要

臺灣杉生長迅速，適應力強、病蟲害少，是本省極受重視的造林樹種，惟因其種子供應量極不穩定，相隔 3 − 7 年始有一次豐收的週期性，且在室溫下種子壽命極短，故其育苗造林工作之實施受了極大的限制。

自民國 61 年起設定長期儲藏試驗，期能解決臺灣杉種子之供應問題。

本試驗中第一階段自民國 61 年起，採用 − 20°C 低溫儲藏臺灣杉種子，10 年儲藏試驗結果，其發芽率雖自 35.7 % 至 23 %，但仍可供實際育苗之用。

第二階段自民國 65 年起實施之複查試驗，5 年試驗結果，在 − 20°C 低溫儲

藏之種子，仍保持甚高之發芽力。

根據本試驗結果，可以在台灣杉種子豐收年度時大量採集，經過適當處理後，在－20° C 低溫儲藏，而於種子歉收年度，陸續供應育苗造林之用，使臺灣杉造林計劃可以穩定實施，能為國家生產更多的木材。

參考文獻

1. 胡大維　1975　如何解決台灣杉種子的供應問題。台灣林業 1 卷 5 期。
2. 洪良斌　1974　台灣杉人工林分生長之研究。林試所試驗報告第 236 號 26 頁。
3. Allen, G. S. 1957. Storage behaivor of conifer seeds in sealed containers held at 0°F., 32°F., and room temperature. Jour. of Forest. 55: 278- 281.
4. Barton, L. V. 1954. Effect of subfreezing temperatures on viability of conifer seeds in storage. Boyce Thomson Inst., Contrib. 18:21 - 24.
5. Barton, L. V. 1961. Seed preseration and longevity. Leonard Hill Books Ltd., London. 216 p.
6. Bunning, E. 1965. Endogenous rhytymic activities. Encyclopedia of Plant Physiology 15(2):879-907 (in German).
7. Crocker W. and Barton V. 1957. Physiology of Seeds, an introduction to the Experiment Study of Seed and Germination problems. Waltham, Mass. Charonica Botany Co.
8. Kummerow, J. 1965. Endogenous rhythmic oscillations in the germination of seeds. Encyclopedia of plant physiology 15(2):721-726 (in German).
9. Muller, C. 1980. Conservation a long terme des graines de sapina et son incidence sur le comportement des semis en pepinieres. Seed. Sci & Tech 8(1):103-118.
10. Preest, D. 1979. Seed storage of several New Zealand indigenous trees. Part I-kauri (Agathis australis). N. Z. Jour. of Forestry Science 9(3) : 337-343.
11. Wang, B. P. S. 1974. Tree-seed storage. Department of the Fnvironment. Ganadian For. Ser. Publ No. 1355. 32 pp.

Long-term Storage of the Seeds of *Taiwania Cryptomerioides*

Ta-wei Hu and Young-Ly Chung
Taiwan Forestry Research Institute
Taipei Taiwan R. O. C.

Summary

Indefinite seed supply of *Taiwania erypťomerioides* Hay. restricts the extent of the planting programs of this valuable timber species in Taiwan.

There are two reasons for the difficult situation of the seed supply:

1. The long natural periodicity of three to seven years of the production of the seed. Only good crop years can produce enough quantity (ea. 1,000 liters) of the seed for the demand of planting 2,000 ha. of more of this species.

2. The seed is short-lived. The viability only retained for about 3 months in room temperature and about one year in 5°C storage.

To solve this problem a long-term storage study of the seeds has been conducted since 1972. Ten-year result of the research shows that subfreezing temperature at -20°C can retain the viability of the seed of *Taiwania cryptomerioides* for this period. Germination percentage decreased from the original 35.7 to 23 which is still much higher than requirement for the seed purchase and seedling raising. It is feasible and practical to have the excess seeds collected in good crop years safely stored at -20°C and used for seedling raising in bad and failed crop year.

A follow-up test also conducted since 1976. Treatments, besides -20°C, are room temperature, 5°C and -10°C. Five year result also shows that the storage of the seeds at -20°C is recommendable to retain the viability.